العمارة وضوضاء المدينة *

أ.د. وجيه فوزي يوسف

إن التقدم التكنولوجي وازدحام المدن بالمباني فرضا على سكان المدن أن يعيشوا في بيئة شديدة الضوضاء ليس من السهل تجنبها وأصبح الإنسان معرضاً للإصابة بأمراض عضوية وبفقد في قدرة السمع علاوة على الصراعات الاجتماعية والقلق وعدم إمكان تتبع الحديث بين الأشخاص الذي هو أساس العلاقات العامة.

ومما يزيد الأمر صعوبة هو الاضطرار إلى الزحف بالإسكان إلى أكثر مصادر الضوضاء شدة وهي المطارات. ولإزالة هذا الخطر اضطرت بعض الدول إلى نقل السكان بعيداً عن المطارات، لحمايتهم من الأضرار التي يتعرضون لها بجرعات يومية كبيرة.

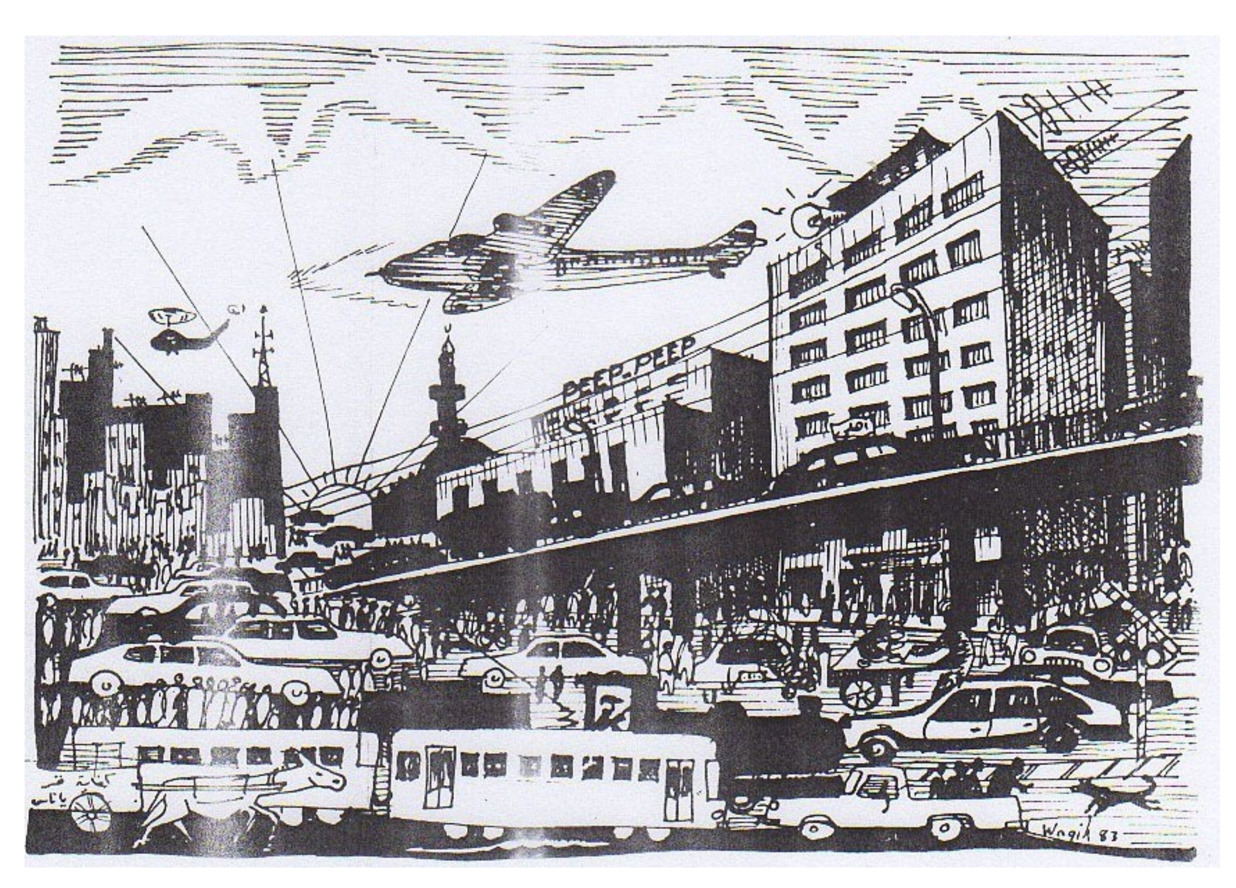
لقد اضطرت إدارة مطار لوس أنجيلوس الدولي بالولايات المتحدة الأمريكية إلى دفع ٣٠٠ مليون دولار في عام ١٩٧٣ لشراء ١٩٩٤ مسكناً كانوا في محيط منطقة الضوضاء بالمطار. وفي ألمانيا الغربية عمدت الحكومة إلى نقل سكان مدينة اوبر بولهايم بالكامل إلى موقع جديد هادئ.

إن عدم تفهم الناس لمدى الخطر الذي يتعرضون له نتيجة تلوث البيئة بالضوضاء جعلهم يتسببون هم أنفسهم بإلحاق أضرار جسيمة بجيرانهم وذويهم وخاصة الأطفال منهم الذين كُتب عليهم أن يشبوا معوقين بالسمع ويُتركون معرضون للإصابات نتيجة لعدم انتباههم للتحذيرات الصوتية المختلفة ساعة الخطر.

إن الأسئلة التي تطرح نفسها الآن هي، ما هو موقف المهندس المعماري ومهندس تخطيط المدن من التحكم في هذه الضوضاء وما هي المقترحات والطرق التي يجب أن يتبعها السكان لتلافي مثل هذه الصعاب وما مدى تأثير الضوضاء على حالة السكان المعنوية والنفسية والصحية وما مدى الخسائر المختلفة التي يتعرض لها السكان مثل انخفاض كفاءتهم الإنتاجية والأضرار المادية التي تحدث لهذا كله.

---

* مجلة المهندسين، السنة ٣٩، العدد ٣٣٦ ، مارس ١٩٨٣، ص ٥٢ – ٥٧



الضوضاء بسبب زحام الحياة

قبل أن نجيب على هذه الأسئلة يجب أولا أن نفهم ما هي المقاييس التي نقيس بها الضوضاء وما معنى كفاءة السمع.

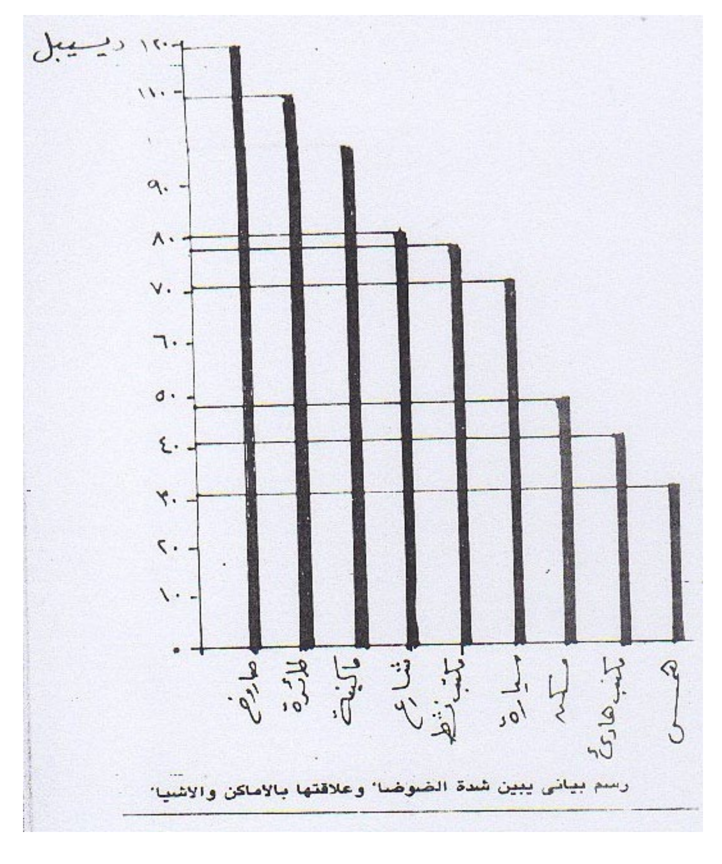
إن شدة الصوت تقاس بالديسيبل وقدرة الشخص على السمع تقاس بقدرة الأذن على تمييز صوت له موجة معلومة (٣٠٠٠ أو ٤٠٠٠ ذبذبة في الثانية وهي الموجات الهامة في الكلام) فإذا استطاع الشخص أن يسمع هذه الموجة الصوتية كما تسمعها مجموعة من الناس تتراوح أعمارهم ما بين ١٨ إلى ٣٠ سنة قيل أن أذن هذا الشخص سليمة.

أما إذا كان يجب أن نرفع من درجة الصوت بعدد معين من الديسيبل وليكن ٢٠ ديسيبل مثلاً لكي يسمع الشخص نفس الصوت بالوضوح المطلوب قيل أن هذا الشخص عنده عجز في السمع مقداره ٢٠ ديسيبل.

أما الأشخاص الطبيعيين والذين تزيد أعمارهم عن ٣٠ سنة فأنهم يفقدون جزء من حساسية السمع مع تقدم السن.

إن الأشخاص في سن الأربعين مثلاً يفقدون حوالي عشرة ديسيبل من السمع بالنسبة للموجة الصوتية ٤٠٠٠ ذبذبة في الثانية في حالة معيشتهم

في مكان هادئ.
أما إذا كانوا معرضون لضوضاء لأكثر من ١٥ عاماً من حياتهم فإن مقدار العجز في السمع يصل إلى ٥٥ ديسيبل.



رسم بياني يبين شدة الضوضاء وعلاقتها بالاماكن والاشيا.

والإنسان لا يستطيع أن يدرك أنه أصبح ضعيف السمع إلا بعد أن يكون قد فقد أكثر من ٤٠٪ من قدرة السمع. والطريف أن الإنسان يفقد قدرته لسمع الذبذبات العالية أولا وهذه الذبذبات تكون بكمية كبيرة في صوت الموسيقى التي تنبعث من أجهزة الاستريو والذين يستطيعون شراء أجهزة الاستريو ذات الحساسية العالية هم الكبار الذين لا يستطيعون سماع ذبذباتها العالية التي هي أساس قيمة الجهاز.

وإن كان في وسعنا قياس حساسية الأذن للأصوات بالوسائل المختلفة إلا أنه ليس باستطاعتنا إيجاد قواعد يمكن إرسائها لقياس التأثير السيكولوجي للضوضاء على الإنسان التي يرجع إليها زيادة معدلات الطلاق وسوء الهضم وارتفاع ضغط الدم والنوبات القلبية وبعض المتاعب العضوية والانهيارات العصبية.

إن الأبحاث التي قام بها بول ميشيل في أمريكا عام ١٩٦٥ تشير إلى أن اضطراب الأمعاء وارتفاع ضغط الدم والصداع النصفي والاضطرابات العصبية هي أمراض لها ارتباط بضوضاء البيئة.

والضوضاء كنوع من أنواع الإجهاد تزيد من حدة هذه الأمراض. وفي بحث ميداني قامت به إحدى مستشفيات واشنطن بالعاصمة الأمريكية عام ١٩٦٣ ظهر فيه أن مدة النقاهة من المرض تطول بسبب الضوضاء والمرضى تحت الرعاية المركزة يتأثرون أكثر من سواهم بهذه الضوضاء.

وفي بحث أجراه برودبنت عام ١٩٥٧ تبين أن الضوضاء وخاصة تلك التي تحدث فجائياً تؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم وزيادة الضغط في الرأس وزيادة في سرعة نبضات القلب والتنفس علاوة على تقلص حاد في العضلات ويضيف

موريل عام ١٩٦٥ مرض عسر الهضم لأن تعرض الإنسان لفترات متقطعة من الضوضاء يهدد عملية مرور الطعام في الجسم وهذا يؤدي إلى عدم انتظام إفراز اللعاب والسوائل بالجهاز الهضمي ذلك لأن الضوضاء تؤثر على العصب الثمبثاوي وينتج عن ذلك قصور في نشاط الغدد التي تفرز اللعاب والسوائل اللازمة لعملية الهضم ويؤيد هذا الكلام ما كتبه ليهمان في مجلة كورير التي تصدرها منظمة اليونسكو في عدد يوليو ١٩٦٧ إذ لاحظ تغيير في تكوين وإفراز العصير المعوي نتيجة تعرض الإنسان للضوضاء.

إن السؤال الذي يهمنا الآن معرفة الإجابة عنه هو هل تصبح هذه التأثيرات ثابته في الجسم أم تزول بزوال السبب؟

عند الإجابة على هذا السؤال يجب علينا أولا أن نستعرض نقطتين هامتين، أولهما هو مدى تأقلم الجسم للضوضاء، ثانيهما هو ما هي شدة الضوضاء التي تؤثر على صحة الإنسان.

إن التأقلم الذي نقصده هنا هو قدرة الإنسان على التكيف مع الضوضاء بحيث لا تؤثر على صحته ولكن إن استطاع الإنسان أن يتكيف مع الضوضاء وهو متيقظ فهل يكون هذا الحال وهو نائم؟

يقول كل من ليهمان وجانسون أن الضوضاء لها تأثير فسيولوجي مدمر في حالة كون الشخص نائماً.

وذلك عندما يكون الشخص نائماً تكون فرصته لتلافي أثار الضوضاء ضئيلة وبالإضافة إلى ذلك فإن الضوضاء تمنع الشخص من الاستغراق في النوم وخاصة في المرحلة الحرجة حين يكون الشخص في حالة الحلم إذ يقول كل من فرجسون وديمنت (١٩٦٧) إنه في مرحلة الحلم تتحرك العينان حركات سريعة وتتكرر مثل هذه العملية من خمسة إلى ستة مرات أثناء النوم ويتعرض النائم لحالة من الاضطراب عند حدوث ضوضاء.

ومن تجارب أجريت على الحيوانات بعد إقلاقها من نومها لوحظ إنها بدأت تأكل بشراهة ويزداد نشاطها الجنسي بشكل ملحوظ وبعد إطالة فترات إقلاقها تجمعت التأثيرات المختلفة حتى أوصلت الحيوانات إلى حالة الانهيار العصبي.

ومن تجارب على الإنسان قام بها تيسن في كندا عام ١٩٦٨ وجد أن حالة

الإنسان النائم تتغير عندما يتعرض لضوضاء مقدارها ٥٥ ديسيبل ويؤيد هذه التجارب تجارب مشابهة قام بها جانسون في ألمانيا الغربية إذ وجد أنه عندما تزداد الضوضاء من ٥٥ إلى ٦٦ ديسيبل فإنها تؤثر على درجة النوم حتى لو كان الشخص مستغرقاً في النوم.

وفي بحث آخر أُجري في معهد ستانفورد بالولايات المتحدة وجد أن أزيز الطائرات عندما يصل شدته إلى ٧٠ ديسيبل فإنه يوقظ الشخص من النوم وإذا وصلت الضوضاء إلى ٨٣ ديسيبل فإن الشخص يبقى مستيقظاً بقية الليل.

وبناءاً على عديد من الأبحاث في هذا الشأن أوصت اللجنة المشكلة لبحث مشكلة الضوضاء في الولايات المتحدة والمسماه بهيئة ويلسون (١٩٧٠) بأن الضوضاء أثناء نوم الأشخاص لا يجب أن تزيد عن ٣٥ ديسيبل مقاسه داخل الوحدة السكنية.

لقد قام جانسون بتعريض مجموعة من الناس لمدة ٣ أعوام على ضوضاء قوتها ٩٠ ديسيبل لفترات تتراوح ما بين ٣٠ دقيقة و٦٠ دقيقة فوجد أن التأثير الفسيولوجي بقى ثابتاً في الجسم خلال مدة التجربة.

أما من ناحية شدة الضوضاء فيقول جانسون إن شدة الضوضاء التي تزيد مقدارها عن ٩٥ ديسيبل هي التي تؤدي إلى آثار جانبية سيئة وتزداد سوءاً بالنسبة للأفراد المعرضون أصلاً لضغوط نفسية والذين يعانون من الاكتئاب النفسي وعليه يجب ألا يسمح بزيادة الضوضاء في منطقة مأهولة بالسكان عن ٨٨ ديسيبل.

إن فقد قدرة السمع الجيد هو الخطر الرئيسي الذي يصيب الإنسان المعرض للضوضاء والخطورة تتركز في أنه متى فقد الشخص جزء من قدرة السمع فلا يمكن له أن يستردها ولا توجد وسيلة معروفة حتى الآن لعلاجها حيث أن الضرر يكمن أصلا في الأذن الداخلية.

الأذن الداخلية عبارة عن جسم صغير بالقرب من المخ على شكل قوقعة مملوءة بسائل وهذا السائل عندما يهتز نتيجة للصوت ينقل هذه الاهتزازات إلى العصب السمعي عن طريق شعيرات دقيقة جداً متصلة بالقوقعة وبالعصب السمعي ولهذا عندما يهتز هذا السائل بشدة نتيجة لصوت مرتفع فإن هذه الشعيرات العصبية تتمزق وبهذا يفقد جهاز السمع قدرته

الميكانيكية على توصيل الأصوات ومع التعرض المستمر للضوضاء فإن العصب السمعي يفقد شعيراته الواحدة تلو الأخرى إلى أن يصاب الشخص بالصمم.

وفي دراسة أجرتها الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٦٣ على المدنيين جاء فيها أن من بين الأمريكيين يوجد ٦,٥ مليون مواطن يعانون من فقد في قدرة السمع في كلا الأذنين أو في أذن واحدة وفي عام ١٩٦٦ وصل الرقم إلى ٤٠ مليون معوق بالأذن. بحسب التقرير الذي قُدم إلى أعضاء الكونجرس الأمريكي في أكتوبر من ذلك العام.

الضوضاء والإنتاج

ومن الناحية الاقتصادية فإن الضوضاء تؤثر على الإنتاج وخاصة الضوضاء غير المتوقعة أثناء العمل.

يقول جلاس (١٩٦٨) إن هذا النوع من الضوضاء يقلل من كفاءة العامل، كما أنه لا يمكنه أن يتكيف معها بعكس الضوضاء الصادرة من الآلة التي يعمل عليها والتي يستطيع أن يتعايش معها ويتعود عليها طالما كانت في الحدود المقبولة. أما إذا زادت الضوضاء عن الحد المقبول وهو في حدود ٨٥ ديسيبل فإن المصنع كله يتعرض لخسارة كبيرة.

يقول ميشيل روضا نتيجة لأبحاث قام بها في إنجلترا عام ١٩٦٧ أنه إذا زادت شدة الضوضاء داخل المصنع عن ٩٠ ديسيبل فإن العمل يتأثر بثلاث طرق:

أولاً: تزداد نسبة الخطأ في مراقبة الإنتاج بالرغم من استمرار الإنتاج بنفس المعدل.

ثانياً: يصير اختلال في احتساب التوقيتات الزمنية السليمة لمراحل التصنيع.

ثالثاً: يحتاج العامل إلى بذل مجهود إضافي ليظل منتبهاً إلى الآلة التي يعمل عليها.

ويؤيد هذا البحث أبحاث قام بها كل من كارينتر (١٩٦٢) وبرودبنت (١٩٦٧)، إذ وجدا أن العامل إذا أوكل إليه بعمل يحتاج إلى مراقبة مستمرة فإن نسبة الخطأ تزداد ويفشل العامل في ملاحظة أحداث غير متوقعة إذا زادت

الضوضاء عن ٩٠ ديسيبل.

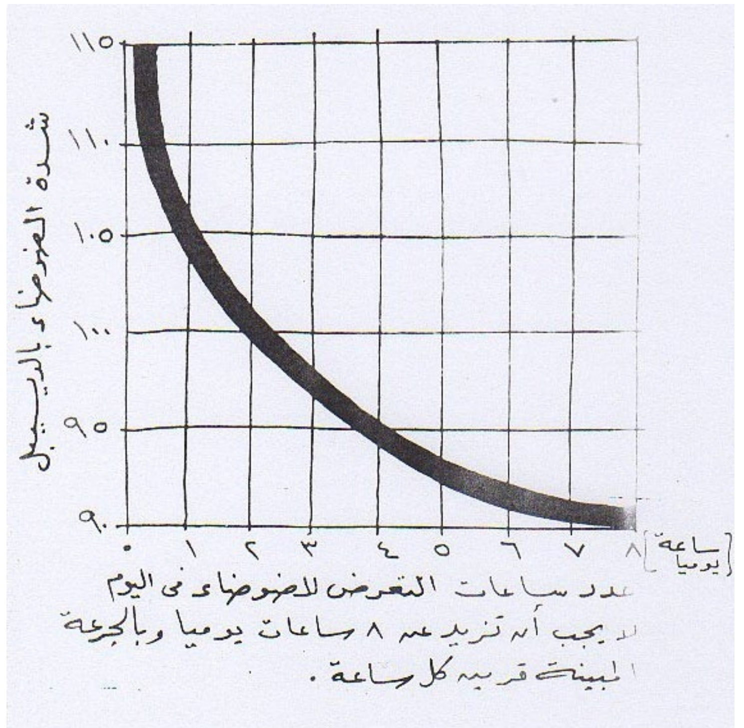
وقد قام كل من وستون وآدمز بإجراء أبحاث على عمال مصنع نسيج يصدر عنه ضوضاء مقدارها ٩٠ ديسيبل وقسما العمال إلى مجموعتين، مجموعة ترتدي الأجهزة الواقية من الضوضاء – وهي أجهزة كاتمة للصوت وتركب على الأذن – ومجموعة أخرى بدون أي وقاية وقاما بمراقبة العمال لمدة عام، وأسفر هذا البحث عن انخفاض في كفاءة العمال المعرضون للضوضاء بدون وقاية بمقدار ١٢٪ عن زملائهم الذين يعملون معهم ولكن بالوقاية اللازمة.

هناك آثار اقتصادية أخرى هي أن العامل الذي فقد جزء من سمعه قد يجازف بترك وظيفته فإذا أراد أن يغير وظيفته فإن عدم قدرته على السمع الجيد سوف لا تمكنه من الحصول على وظيفة أخرى وسوف لا يعين في وظيفة تحتاج إلى سمع جيد كما أن شركات التأمين سوف تطالبه بمبالغ تأمين مرتفعة بسبب علة السمع علاوة على أن طبيب الشركة سوف لا يصرح للعامل بالعمل خوفاً من أن يصاب العامل أثناء العمل فيُلقى اللوم على الطبيب لأنه سمح للعامل بالعمل في هذا المكان. هذه المشكلة تتضاعف بالنسبة للعامل مع تقدم السن في الوقت الذي يصبح الدخل بالنسبة له ذو أهمية اقتصادية كبيرة.

إن للضوضاء أثراً على طلبة المدارس أيضاً فلقد وجد ليهمان (١٩٦٥) إن مقدرة الشخص على استرجاع ذاكرته وتركيز فكره تتأثر بشدة نتيجة للضوضاء فلقد لاحظ ليهمان أن طلبة المدارس وجدوا صعوبة في تكملة المسائل الرياضية وقراءة ورقة الأسئلة بسبب الضوضاء وحصلوا على تقديرات ضعيفة وكان أقلهم حظاً في الدرجات وأكثرهم تأثراً بالضوضاء هم الطلبة متوسطي الذكاء.

الضوضاء والأمراض العقلية

وإذا زادت الضوضاء عن ١٢٠ ديسيبل كما في حالة السكن بجوار المطارات فإن الأمر يختلف ويصبح خطيراً للغاية كما يقول برودبنت. في هذه الحالة فإن النشاط العقلي والجسماني للشخص ينخفض بشكل ملحوظ وأحيانا يصل إلى حد التوقف عن الأداء الطبيعي ويشعر الشخص بألم حاد بالأذن واهتزاز داخل الرأس مع شعوره بتحركات الهواء داخل فتحات الأنف ويفقد الشخص توازنه وتزوغ عيناه. وفي لندن لاحظ ويكراما (١٩٦٩) أن نسبة المحولين إلى مستشفيات الأمراض العقلية تزداد بين سكان الأحياء السكنية القريبة من



المطارات وفي أمريكا نبه بورسكي (١٩٦٩) إلى أن الشكوى من الإرهاق العصبي كثيرة بين سكان المجتمعات المتاخمة للمطارات، زد على ذلك الأضرار المادية التي قد تسببها الطائرات للمباني القريبة من المطارات والتي قد ينتج عنها شروخ وانهيارات نتيجة للذبذبات الصوتية غير المنظورة الصادرة من الطائرات النفاثة.

لقد كُتب في خريف عام ١٩٦٧ أن منزل فرنسي تحطم كلية وقُتل ثلاثة من سكانه نتيجة لهذه الصدمات الصوتية وكُتب في جريدة نيويورك تايمز في عدد أغسطس ١٩٦٧ أن الذبذبات الصادرة من الطائرات تسببت في مقتل إحدى عشر فرنسياً منذ عام ١٩٦٢.

حل لمشكلة الضوضاء

إن مشكلة الضوضاء يجب أن يوجد لها حل وأفضل الحلول هو القضاء على الضوضاء في مصدرها إلا أن هذا لن يكون عملياً من الناحية الاقتصادية لأن التصميمات الحديثة للمباني تحتوي على فتحات كثيرة كما أن الفراغات الداخلية تفتح على بعضها البعض وهذا كله يجعل المبنى ضعيفاً في مواجهة الضوضاء الصادرة من الداخل والخارج.

كما أنه لأسباب اقتصادية تتلاصق المباني بجوار بعضها وتتضاعف الضوضاء إلى درجة أن تتحول المجاورة السكنية بالنسبة للسكان إلى معتقلات تعذيب، كما أنه ليس من السهل التوصل إلى تحكم عملي يخفف من الضوضاء لأنه مهما كانت مواصفات مواد الإنشاء للحوائط والأرضيات فالضوضاء سوف تنتقل خلالها بسرعة أضعاف سرعتها في الهواء. كما أن الضوضاء سوف تنتقل من حجرة إلى حجرة خلال الحوائط المستمرة ومن خلال الشقوق وفتحات التهوية والمواسير.

زد على ذلك ضوضاء الجيران أنفسهم بما لديهم من أجهزة كهربائية

وميكروفونات وأطفال وحيوانات أليفة وقباقيب.

الحل العملي الوحيد لحل هذه المشكلة هو أن يلتزم السكان بالهدوء وأن يقوموا بتغطية الأرضيات بمواد تمتص الصوت وإغلاق الشبابيك في حالة وجود ضوضاء لديهم وأن يخفضوا أصوات الراديو والتليفزيون إلى أقل حد ممكن وأن تكون الفترة ما بين الساعة الحادية عشرة مساءاً إلى الساعة السابعة صباحاً فترة يراعى فيها الإنسان جاره ويعتبرها فترة نقاهة للكل حتى يسعد الجميع وبذلك يتم توفير الجهد والمال اللازمين لحماية المبنى من الضوضاء وكذلك السكان.

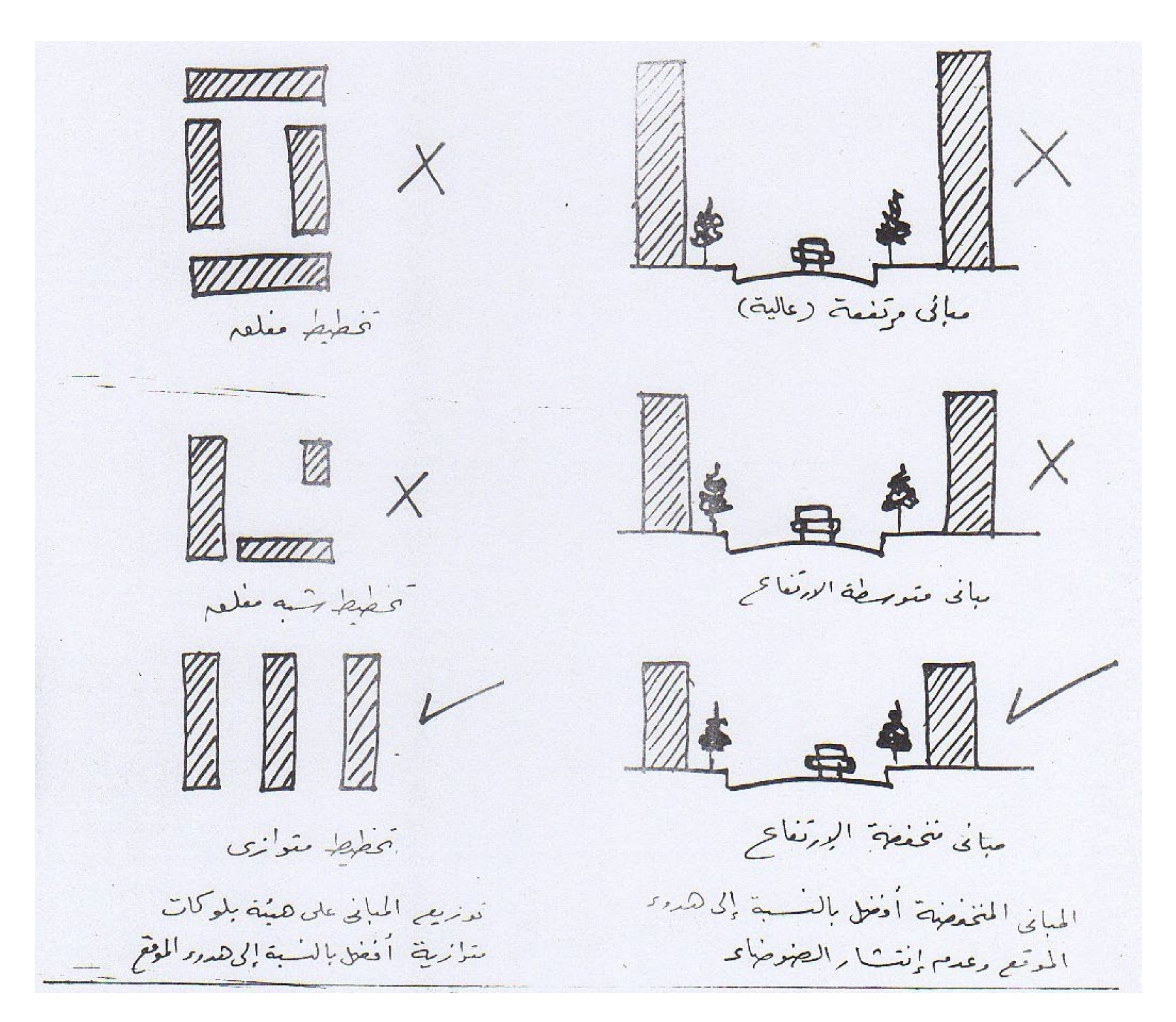
أما بالنسبة للمهندس المعماري ومهندس تخطيط المدن فليس أمامهم سوى معالجة المجال الذي يسلكه الصوت من المصدر إلى المكان بدون التصدي للمصدر نفسه.

معظم هذه المعالجات تنحصر في التخطيط السليم للموقع بحيث يتم عزل الأماكن كثيرة الضوضاء عن الأماكن الحساسة المطلوب فيها الهدوء.

إن البعد عن الضوضاء هي الوسيلة الفعالة للتخفيف من تأثيراتها إذ عندما تتضاعف المسافة بين مصدر الضوضاء والمكان فإن الضوضاء تنخفض بمقدار ٦ ديسيبل.

وعلى المخطط أن يحدد في تصميمه خطوط كونتورية بالنسبة للضوضاء والتي على أساسها يقوم بتوزيع المساكن والخدمات بالموقع.

وإذا كانت توقعاته في استخدام الأراضي تشير إلى احتمال زيادة الضوضاء في منطقة مثل وجود شوارع وميادين رئيسية تمر بها مختلف أنواع المركبات من ترام وسيارات وخلافه فعليه أن يلجأ لبعض الحلول التي تخفف من حدة المشكلة مثل تحويل الضوضاء عن اتجاهها أو عكسها إلى اتجاه آخر عن طريق وضع أبنية غير سكنية أو وضع حوائط أو عمل تضاريس في الأرض أو زراعة أشجار كثيفة على جانبي الطريق حتى يحد من شدة الضوضاء وتكون المباني السكنية عمودية على اتجاه الشارع بتشكيل موازي، إذ وجد أن هذا التخطيط أفضل بالنسبة للضوضاء من التشكيلات المغلقة أو شبه المغلقة وتفضل الأبنية ذات الارتفاع المنخفض عن المباني العالية.

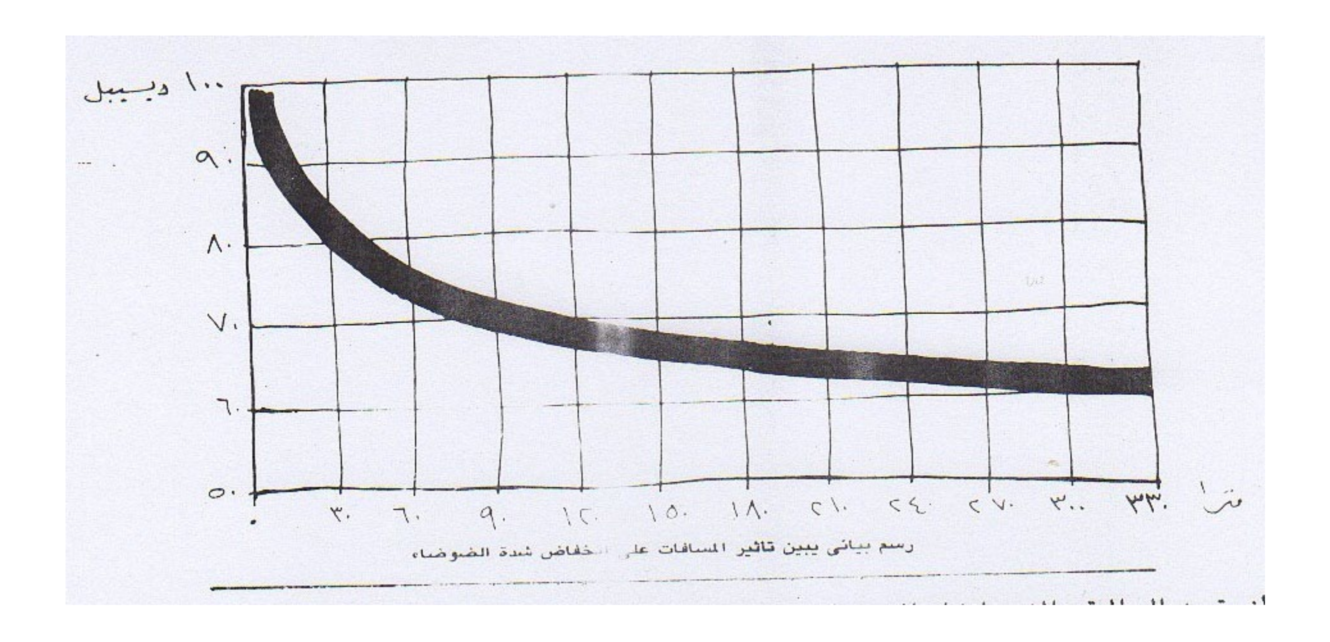


أما بالنسبة إلى المهندس المعماري فيجب عليه قبل تصميم المبنى أن يتوجه إلى الموقع المزمع إنشاء المبنى عليه ويدرس الأماكن الأكثر هدوءاً وتخصص لمكان النوم في الوحدة السكنية كذلك يراعى عدم اللجوء إلى المناور الداخلية لإضاءة الغرف السكنية كما يجب أن تكون المصاعد بعيدة عن هذه الغرف وأن تجمع الوحدات التي يصدر عنها ضوضاء مع بعضها وتعزل عن باقي عناصر المبنى، وبالنسبة إلى مواد الإنشاء فيستحسن أن تكون من المواد الثقيلة حتى لا تهتز بالصوت والبناء بحائط مزدوج يحتوي على فراغ هوائي بينهما أفضل كثيراً من بناء حائط سميك سمكه يساوي سمك الحائط المزدوج زائد الفراغ بينهما.

كذلك فإن المواد التي لها مسام كثيرة أفضل من المواد المصمتة إذ أن المسام تساعد على امتصاص الصوت علاوة على فائدة أخرى وهي عزل الحرارة.

وبالنسبة للشبابيك فيستحسن أن يكون لكل شباك زجاج مزدوج ويكون

كل لوح من الزجاج بسمك يختلف عن اللوح الذي يقابله وألا يكون اللوحان متوازيين تماماً بل يميل أحداهما على الآخر بزاوية بسيطة حتى لا يتأثران بذبذبات الطائرات.



رسم بياني يبين تاثير المسافات على انخفاض شدة الضوضاء